



Gefahrenabwehr bei Bodenerosion

Arbeitshilfe



Inhalt

Zielstellung und Geltungsbereich	02
Ablauf der Bearbeitung	03
Meldung, Erfassung – Liegen Anhaltspunkte vor?	04
Orientierende Untersuchung – Liegen konkrete Anhaltspunkte vor?	04
Detailuntersuchung	05
Maßnahmen gegen Bodenerosion	06
Anhang	07
Anhang 1: Dokumentationsbogen 1: Meldung, Erfassung Anhaltspunkte	08
Anhang 2: Dokumentationsbogen 2: Orientierende Untersuchung, Felderfassung	09
Anhang 3: Dokumentationsbogen 3: Bewertung, Erheblichkeit, Wiedereintrittswahrscheinlichkeit	10
Anhang 4: Beispiel für eine Verpflichtungserklärung zu Maßnahmen gegen Bodenerosion	11
Anhang 5: Beispiel für einen öffentlich rechtlichen Vertrag zur Gefahrenabwehr bei Bodenerosion	12
Anhang 6: Beispiel für eine Anordnung zur Gefahrenabwehr bei Bodenerosion	14
Anhang 7: Erläuterung zu vorliegenden Erosionsgefährdungskarten	16
Anhang 8: Ermittlung der Bodenabträge	16
Anhang 9: Beurteilung von Erheblichkeit und Wiedereintrittswahrscheinlichkeit	18
Anhang 10: Erläuterung zu C-Faktoren	20
Anhang 11: Erläuterung zu Erosion-3D	21
Anhang 12: Bilder zu Anhaltspunkten	22
 Glossar	 24
Literaturangaben / Quellenverzeichnis	25

Vorwort

Der Freistaat Sachsen hat aufgrund seiner Naturraumausstattung (Relief, Böden und Regenerosivität) ein hohes Gefährdungspotenzial bezüglich Bodenerosion durch Wasser. Flächen, die eine dauerhafte Vegetationsbedeckung aufweisen (Dauergrünland, Wald) sind gewöhnlich gut vor Bodenerosion geschützt. Dagegen weisen rund 60 % der Ackerfläche Sachsens ein hohes bis sehr hohes Erosionsgefährdungspotenzial auf. Daher liegt bei der sächsischen Landwirtschaft eine besondere Verantwortung in der Umsetzung der guten fachlichen Praxis und in der erosionsmindernden Bewirtschaftung von erosionsgefährdeten Standorten (§ 17 BBodSchG). Eine der wirksamsten ackerbaulichen Maßnahmen gegen Bodenerosion ist die konservierende Bodenbearbeitung, welche in Sachsen mittlerweile etwa auf der Hälfte der Ackerflächen angewandt wird. Dennoch treten in Sachsen jährlich mehr oder weniger ausgeprägt Erosionsschäden nach lokalen Starkregenereignissen auf. In der Öffentlichkeit werden diese Erosionsschäden meist erst beachtet, wenn über den Ackerboden hinaus Siedlungs- und Verkehrsbereiche betroffen sind.

Bodenerosion kann eine schädliche Bodenveränderung begründen, die nach § 4 BBodSchG abzuwehren oder zu sanieren ist. Notfalls muss die zuständige Bodenschutzbehörde die Pflicht zur Abwehr oder Sanierung im Wege der Anordnung nach § 10 BBodSchG durchsetzen. Dies sollte aber immer die letzte Möglichkeit sein und erst gewählt werden, wenn mildere Mittel als eine Anordnung nicht zum Erfolg führen.

Für die Frage, ob eine schädliche Bodenveränderung aufgrund von Bodenerosion durch Wasser vorliegt, enthält § 8 BBodSchV eine Entscheidungshilfe. Mit der vorliegenden »Arbeitshilfe zur Gefahrenabwehr bei Bodenerosion« soll insbesondere der einheitliche Vollzug dieser Entscheidungshilfe durch die unteren Bodenschutzbehörden unterstützt werden.

Zudem soll die Arbeitshilfe Unterstützung geben, wenn die zuständige Bodenschutzbehörde Pflichten zur Abwehr einer Bodenerosion einfordern muss.



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'N. Eichkorn'.

Norbert Eichkorn

Präsident des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Zielstellung und Geltungsbereich

Die Arbeitshilfe gibt Hinweise zum Verfahrens- und Untersuchungsablauf nach § 8 BBodSchV zur Beurteilung des Vorliegens einer schädlichen Bodenveränderung aufgrund von Bodenerosion durch Wasser, unter besonderer Berücksichtigung von in Sachsen vorliegenden Werkzeugen (Gefährdungskarten, Dokumentationsblätter, Erosion-3D-Modell etc.). Zudem soll die Arbeitshilfe Unterstützung leisten, wenn schädliche Bodenveränderungen durch Bodenerosion festgestellt sind und damit Handlungsbedarf zur Abwehr oder Sanierung der schädlichen Bodenveränderung nach § 4 BBodSchG besteht. Es werden Handlungsoptionen von freiwilligen Vereinbarungen bis hin zur behördlichen Anordnung aufgezeigt.

Die Arbeitshilfe erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Zudem ist es nicht Ziel der Arbeitshilfe, notwendige fachliche und juristische Prüfungen des Einzelfalls zu ersetzen.

Ergänzende Informationen zur Thematik liefern das BVB-Merkblatt »Handlungsempfehlungen zur Gefahrenabwehr bei Bodenerosion durch Wasser« sowie die Hinweise des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zum Umgang mit wild abfließendem Wasser (12/2012 – Wild abfließendes Wasser; www.medienservice.sachsen.de/medien/news/179579/assets).

Behördliche Zuständigkeiten

Zuständig für behördliche Maßnahmen und die damit verbundenen Untersuchungsschritte (Ersterfassung, Orientierende Untersuchung, Detailuntersuchung) bei der »Gefahrenabwehr von schädlichen Bodenveränderungen aufgrund von Bodenerosion durch Wasser« sind die unteren Bodenschutzbehörden in den Landratsämtern bzw. in den kreisfreien Städten.

Eine enge Zusammenarbeit mit dem LfULG als landwirtschaftliche Fachbehörde sowie landwirtschaftliche Beratungsstelle ist erforderlich, wenn landwirtschaftliche Flächen betroffen sind und entsprechende Maßnahmen gegen Bodenerosion auf den Flächen umzusetzen sind (§ 8 Abs. 6 BBodSchV). Für die Vermittlung der Grundsätze der guten fachlichen Praxis im Rahmen der Vorsorge (§ 17 BBodSchG), die bereits vor der Gefahrenabwehr einsetzt, sind die landwirtschaftlichen Beratungsstellen (Außenstellen des LfULG) zuständig.

Im Kontext mit Schäden durch wild abfließendes Wasser ist die untere Wasserbehörde einzubeziehen. Nach § 37 WHG sowie § 29 SächsWG haben die Eigentümer oder Nutzungsberechtigten von Bodenflächen und Grundstücken gegen die bodenabtragende Wirkung des wild abfließenden Wassers geeignete Maßnahmen zu treffen.

Treten darüber hinaus Schäden durch Bodenerosion außerhalb der Landwirtschaftsfläche auf, sind die betroffenen Fachbehörden zu beteiligen (z. B. das Landesamt für Straßenbau und Verkehr (LA-SuV), die Polizeibehörde, die untere Wasserbehörde, die untere Naturschutzbehörde, die zuständige Forstbehörde).

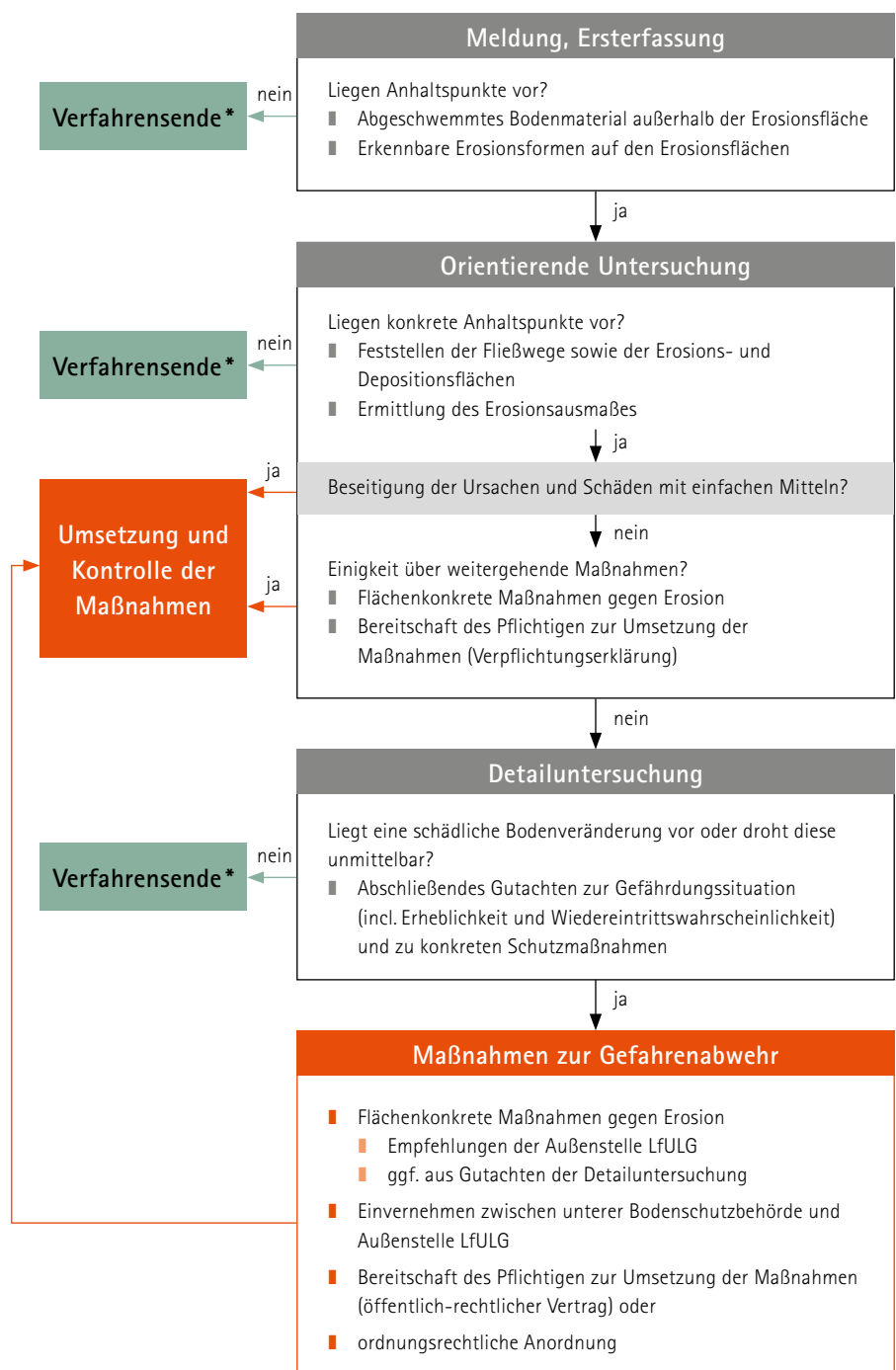
Mitteilungspflichten

Verursacher, Pächter und Flächeneigentümer sind verpflichtet, Hinweise auf eine schädliche Bodenveränderung durch Bodenerosion unverzüglich der zuständigen Behörde zu melden (§ 10 Abs. 2 SächsABG). Erlangen andere Behörden im Zuge ihrer Amtsausführung Kenntnis über Anhaltspunkte für schädliche Bodenveränderungen, sollen sie die untere Bodenschutzbehörde unverzüglich informieren. Dies ermöglicht eine zeitnahe und korrekte Erfassung des Erosionsereignisses bevor durch die Beseitigung des Erosionsschadens (insbesondere der off-site Schäden) wichtige Informationen verloren gehen.

Ablauf der Bearbeitung

Das vorliegende Schema gibt einen Überblick über den Verfahrensablauf im Zusammenhang mit der Bearbeitung von gemeldeten Erosionsschäden. Nach dem Eingang einer Meldung ist möglichst unverzüglich vor Ort zu klären, ob Anhaltspunkte für eine schädliche Bodenveränderung vorliegen. Werden die Anhaltspunkte durch den Ortstermin bestätigt, setzt die orientierende Untersuchung ein, bei der die untere Bodenschutzbehörde feststellt, ob konkrete Anhaltspunkte vorliegen und welche Maßnahmen ggf. bereits abgeleitet werden können. Die zuständige Außenstelle des LfULG sollte dem Pflichtigen – im Regelfall den betroffenen Landwirtschaftsbetrieben als Flächenbewirtschafter – frühzeitig Beratung zu wirksamen Maßnahmen gegen Boden-erosion anbieten/geben. Besteht beim Pflichtigen Bereitschaft für die Umsetzung von Maßnahmen, die aus Sicht der zuständigen Bodenschutzbehörde geeignet sind, kann das Verfahren mit einer Verpflichtungserklärung beendet werden. Andernfalls ist durch eine Detailuntersuchung eine umfassende Gefährdungsabschätzung vorzunehmen. Auf deren Grundlage können erforderliche Maßnahmen in einem öffentlich-rechtlichen Vertrag mit dem Pflichtigen vereinbart oder gegenüber dem Pflichtigen ordnungsrechtlich angeordnet werden.

Verfahrensablauf zur Gefahrenabwehr bei Bodenerosion



* unberührt bleiben Vorsorgemaßnahmen gegen Erosion

Meldung, Erfassung – Liegen Anhaltspunkte vor?

→ Anhang 1

Dokumentationsbogen 1:
Meldung, Erfassung Anhaltspunkte

→ Anhang 12

Bilder zu Anhaltspunkten

Hinweise auf Erosionsschäden erhält die untere Bodenschutzbehörde im Regelfall, wenn es nach einem Starkregenereignis zu erheblichen Schäden durch »abgeschwemmten« Boden kommt, welcher sich im Siedlungsbereich oder auf Verkehrswegen abgelagert hat.

Nach Meldungseingang ist in der Regel ein Ortstermin durch die untere Bodenschutzbehörde notwendig, bei dem geklärt wird, ob Anhaltspunkte für eine schädliche Bodenveränderung vorliegen. Eine **zeitnahe** Vorort-Erfassung ist erforderlich, da Erosionsschäden wie z. B. »Schlammablagerungen« auf Straßen meist schnell beseitigt werden. Am einfachsten werden die Erosionsschäden bzw. Erosionsformen auf der Erosionsfläche zunächst durch Fotos dokumentiert, wobei die betroffenen Flächen in einer topografischen Karte (TK10, Flurkarte) eingetragen werden und das Bildmaterial entsprechend zugeordnet wird. Bereits bei der ersten Inaugenscheinnahme kann entschieden werden, ob mit einer orientierenden Untersuchung begonnen wird oder ob keine Anhaltspunkte vorliegen.

Orientierende Untersuchung – Liegen konkrete Anhaltspunkte vor?

→ Anhang 2

Dokumentationsbogen 2:
Orientierende Untersuchung,
Felderfassung

→ Anhang 8

Ermittlung der Bodenabträge

→ Anhang 12

Bilder zu Anhaltspunkten

Im Rahmen der orientierenden Untersuchung ist zunächst eine Gelände- bzw. Feldaufnahme durchzuführen, bei der die Erosionsflächen identifiziert werden und mit angemessenem Aufwand die erodierten Bodenmengen abgeschätzt werden.

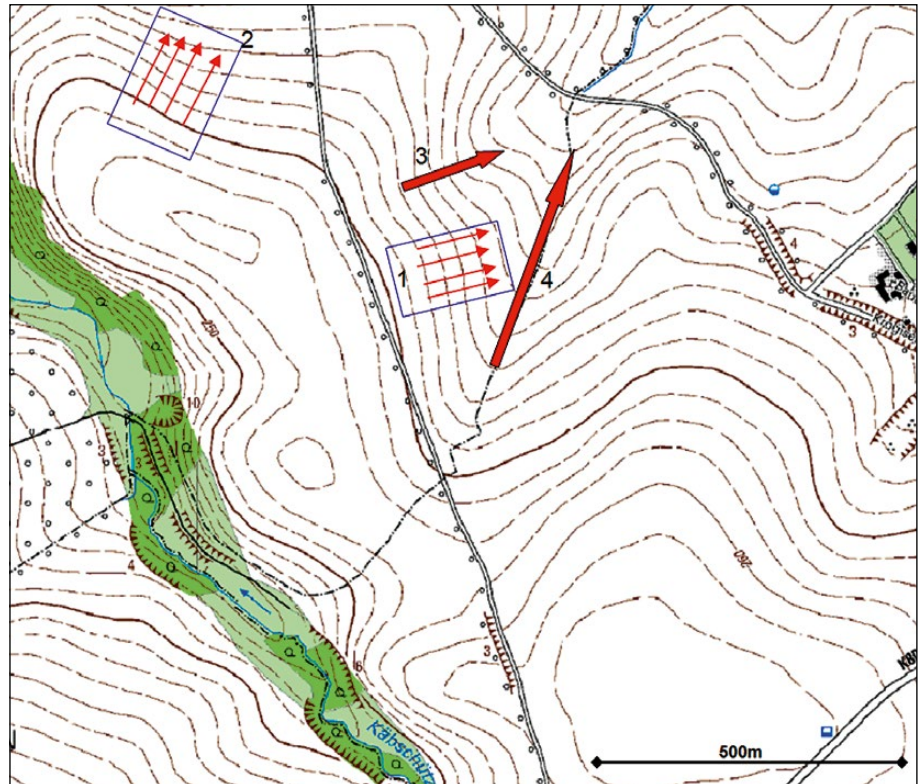


Abb. 1: Ausschnitt aus einer topografischen Karte im Maßstab 1:10.000 mit Eintragungen zu vier Erosionsformen bzw. -flächen (vgl. Anhang 8)

Bereits zu diesem Zeitpunkt ist eine enge Zusammenarbeit mit der Außenstelle des LfULG zweckmäßig.

In einer Karte (TK10/Flurkarte) werden Erosions- und Depositionsflächen eingetragen. Die dort lokalisierten Flächen (Abb. 1) werden mit Hilfe des Felderfassungsbogens beschrieben (Anhang 2: Dokumentationsbogen 2).

Falls die Erosionsspuren bereits beseitigt wurden (Beräumung von Straßen, Gärten, Höfen, Vorflutgräben, landwirtschaftliche Bodenbearbeitung), können über Zeugenbefragungen oder Aktenvermerke, Fotos (z. B. Feuerwehr, Technisches Hilfswerk, Polizei, Straßenmeisterei, kommunale Behörden, Anlieger) die Anhaltspunkte konkretisiert werden.

Bei der Geländeaufnahme sind die bevorzugten Fließwege des wild abfließenden Wassers (§ 2 Abs. 2 SächsWG) bei Starkregen zu verfolgen, da von diesen Abflusskonzentrationen oftmals erhebliche Erosionsschäden ausgehen. In diesem Zusammenhang sind auch die dazugehörigen Teileinzugsgebiete auf Erosionserscheinungen zu untersuchen.

Hinweise auf ein mangelhaftes Vorflutsystem (Straßengräben, Durchlässe) sowie

Fremdwasserzuflüsse, die zu Erosionsschäden führen können, sind aufzunehmen. Diesbezüglich sind in Abhängigkeit vom jeweiligen Einzelfall neben den Flurstückseigentümern und Pächtern die untere Wasserbehörde, das Landesamt für Straßenbau und Verkehr (LASuV) oder die kommunale Verwaltung einzubeziehen und die jeweilige Zuständigkeit zu klären. Sind die Ursachen für den Erosionsschaden eindeutig und können diese durch einfache Maßnahmen beseitigt werden, endet das Verfahren mit deren Umsetzung (vgl. Schema zum Verfahrensablauf). Werden zur Beseitigung der Erosionsursachen weitergehende Maßnahmen erforderlich und können diese flächenkonkret ausgewiesen werden, ist die Bereitschaft des Pflichtigen zur Umsetzung dieser Maßnahmen zu klären. Sofern diese besteht, kann auch hier das Verfahren mit einer freiwilligen Verpflichtungserklärung und der Umsetzung sowie Kontrolle der Maßnahmen enden.

Da die Verpflichtungserklärung und die Umsetzung der Maßnahmen zum Erosionsschutz in dieser Phase auf freiwilliger Basis erfolgen, liegt keine Förderschädlichkeit vor. D.h. Förderprogramme blei-

ben für förderfähige Erosionsschutzmaßnahmen, auch wenn sie Gegenstand einer freiwilligen Verpflichtungserklärung sind, weiterhin nutzbar.

Kann eine Einigung über Erosionsschutzmaßnahmen im Rahmen der orientierenden Untersuchung nicht erzielt werden oder bestehen weiterhin Kenntnisdefizite hinsichtlich der Ursachen des Schadensereignisses bzw. der Wirksamkeit möglicher Erosionsschutzmaßnahmen, kann die untere Bodenschutzbehörde eine Detailuntersuchung anordnen (§ 9 Abs. 2 BBodSchG) und dem Pflichtigen grundsätzlich die Kosten auferlegen (§ 24 Abs. 1 BBodSchG).

Detailuntersuchung

→ Anhang 3

Dokumentationsbogen 3:
Bewertung, Erheblichkeit, Wiedereintrittswahrscheinlichkeit

→ Anhang 8

Ermittlung der Bodenabträge

→ Anhang 9

Beurteilung von Erheblichkeit und Wiedereintrittswahrscheinlichkeit

→ Anhang 10

Erläuterung zu C-Faktoren

→ Anhang 11

Erläuterung zu Erosion-3D

Eine Detailuntersuchung wird erst erforderlich, wenn beim Pflichtigen keine Bereitschaft besteht, die empfohlenen Maßnahmen gegen Bodenerosion umzusetzen. Ist dies der Fall wird eine weitere Sachverhaltsermittlung durchgeführt, in der insbesondere durch die Beurteilung der Erheblichkeit und Wiederkehrwahrscheinlichkeit des Schadensereignisses (Anhang 9) festgestellt wird, inwiefern eine schädliche Bodenveränderung vorliegt oder diese unmittelbar droht. Darüber hinaus wird die Wirkung der geforderten Erosionsschutzmaßnahmen soweit wie möglich bewertet und quantifiziert. Im Allgemeinen ist hierzu ein fachwissenschaftliches Gutachten erforderlich. Mit Hilfe von Erosionsmodellen, wie z. B. »Erosion-3D« können die Erosionsprozesse räumlich konkret abgebildet und die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen quantifiziert werden. Die Anwendung von Ero-

sion-3D und die fachlich fundierte Beurteilung der Modellergebnisse erfordern besonderen Sachverstand und sind daher nur von entsprechend qualifizierten Personen durchzuführen. Die Einbeziehung eines zertifizierten Sachverständigen nach § 18 BBodSchG ist freiwillig immer möglich, wird allerdings zwingend, wenn dies im Einzelfall von der unteren Bodenschutzbehörde ausdrücklich verlangt wird (§ 9 Abs. 2 Satz 2 BBodSchG).

Wird in der Detailuntersuchung festgestellt, dass keine schädliche Bodenveränderung vorliegt, endet das Verfahren. Anderenfalls sind auf Grundlage von Empfehlungen der Außenstelle des LfULG und des Gutachtens entsprechende Maßnahmen zur Gefahrenabwehr einvernehmlich zwischen unterer Bodenschutzbehörde und Außenstelle des LfULG festzulegen. Die Verpflichtung, Maßnahmen umsetzen zu müssen, kann gegenüber dem Pflichtigen im Wege einer Anordnung oder über einen öffentlich-rechtlichen Vertrag (welcher nur anstelle einer Anordnung geschlossen wird) verbindlich gemacht werden.

Da in dieser Phase bereits das Vorhandensein einer schädlichen Bodenveränderung festgestellt wurde und die Umsetzung der Maßnahmen zur Gefahrenabwehr verpflichtenden Charakter tragen, ist von einer Förderschädlichkeit auszugehen. D.h. Erosionsschutzmaßnahmen, die Gegenstand einer Anordnung oder eines öffentlich-rechtlichen Vertrages sind, können nicht gefördert werden.

Maßnahmen gegen Bodenerosion

Schutz vor Bodenerosion wird meistens durch eine Kombination mehrerer Maßnahmen erreicht. Generell ist die Infiltrationsleistung der Böden (Wasseraufnahmefähigkeit bei Starkregen) zu optimieren, indem ein stabiles krümliges Bodengefüge gefördert und eine Verschlammung der Bodenoberfläche verhindert wird. Den besten Erosionsschutz bietet eine dichte Pflanzendecke. Auf Ackerflächen kann durch die dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung das Bodengefüge verbessert werden und in Phasen geringer Pflanzenbedeckung kann die Mulchbedeckung eine Verschlammung der Bodenoberfläche verhindern. Teileinzugsgebiete und lange Hänge sollten nicht einheitlich mit einer Fruchtart bestellt werden. So entsteht z. B. in den Monaten Mai und Juni ein hohes Erosionsrisiko, wenn in kleinen Teileinzugsgebieten im gleichen Bewirtschaftungsjahr ausschließlich Reihenkulturen (Mais, Zuckerrüben, Kartoffeln) angebaut werden. Im Freistaat Sachsen kann auf nahezu allen Flächen eine dauerhafte konservierende Bodenbearbeitung und die Direktsaat zu einer ausreichenden Erosionsminderung bzw. -verhinderung führen. Auf etwa 1,5 % der Ackerfläche sind insbesondere im Bereich von Hangrinnen (reliefbedingten Abflussbahnen) weiterführende bzw. ergänzende Erosionsschutzmaßnahmen erforderlich, die mit einer Umnutzung der Hangrinnenbereiche in Dauergrünland, Wald oder Gehölzen ver-

knüpft sein können. Auswertungen zur Lage dieser besonders erosiven Standorte (Steillagen und Tiefenlinien mit Abflusskonzentration) liegen für weiterführende Detailplanungen als digitale Karte sachsenweit vor.

Link zu Erosionsgefährdungskarten: www.umwelt.sachsen.de/umwelt/boden/26160.htm

Ackerbauliche Maßnahmen gegen Bodenerosion

- dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung / Direktsaatverfahren mit dem Ziel möglichst viel Mulchmaterial (Pflanzenreste, Bodenbedeckung >30 %) an der Bodenoberfläche zu belassen.
- Fruchtfolgegestaltung, Zwischenfruchtanbau (ohne Pflugeinsatz), Untersaaten
- Reduzierung von Schlaggrößen durch Fruchtartenwechsel in Teilschlägen, Abstimmung der Fruchtarten in Teileinzugsgebieten.

Landschaftsgliedernde, -gestaltende Maßnahmen

(möglichst in Kombination mit o. g. ackerbaulichen Maßnahmen)

- Untergliederung langgestreckter Hänge durch Hecken, Grünlandstreifen.
- Dauerbegrünung von besonders erosionsgefährdeten Standorten, z. B. Abflussbahnen entlang von Hangrinnen. (Historische Karten und Luftbilder zeigen häufig, dass die besonders erosionsgefährdeten Hangrinnen bis 1960–1970 Dauergrünland waren und erst im Zuge der Intensivierung des Agrarsektors in eine ackerbauliche Nutzung überführt wurden.)

Gegebenenfalls ergänzende technische Maßnahmen zum schadarmen Oberflächenabfluss

Über die Maßnahmen gegen Bodenabtrag hinaus sind ggf. zusätzliche Maßnahmen zum schadarmen Oberflächenabfluss bei Starkregen wie z. B. die Regelung der Vorflut durch Rückhaltebecken, Straßendurchlässe, -gräben etc. erforderlich. Diesbezüglich sind in Abhängigkeit vom jeweiligen Einzelfall neben den Flurstückseignern und Pächtern andere Behörden wie z. B. die untere Wasserbehörde, das Landesamt für Straßenbau und Verkehr (LASuV) oder die kommunale Verwaltung zuständig.

Anhang 1 - Dokumentationsbogen 1: Meldung, Erfassung Anhaltspunkte

Aktenzeichen	Dienststelle	Bearbeiter, Datum	Anlagen
Anlass: Meldung Dritter <input type="checkbox"/> Eigene Erkenntnis <input type="checkbox"/> Notiz zur Meldung: Name, Anschrift, Datum, Ort des Erosionsschadens; Starkregenereignis (Datum, Höhe, Ort des Regenmessers)			
Inaugenscheinnahme von Anhaltspunkten - Ortstermin: Karte, Fotoapparat, Zollstock			
Bearbeiter, Datum		Beteiligte, weitere am Ortstermin Anwesende	
Flächen-Nr.	Bild-Nr.	Notiz zum Erosionsschaden (Abkürzungen unten)	
A = Bodenablagerung / -anschwemmung / -akkumulation A-Sied Bodenablagerungen auf der Siedlungsfläche A-Ver Bodenablagerungen auf der Verkehrsfläche A-Gra Bodenablagerungen im Straßengraben A-Nat Bodeneinträge in Naturschutzfläche z.B. NSG, FFH A-Was Bodeneinträge ins Oberflächengewässer A-Wald Bodenablagerungen im Wald A-Grün Bodenablagerung auf der Grünfläche (Wiese, ...) A-Acker Bodenablagerung auf der Ackerfläche		E = Erosionsformen / Bodenverluste / Bodenabtrag Eril Erosionsrillen <10 cm Tiefe Erin Erosionsrinnen 10-40 cm Egra Erosionsgraben >40 cm Ebahn Erosionsbahn meist mehrere Meter breit Ewurz großflächig freigespülte Pflanzenwurzeln	

Anhang 2 - Dokumentationsbogen 2: Orientierende Untersuchung, Felderfassung

Az	Bearbeiter, Datum	Beteiligte, am Ortstermin Anwesende					Anlagen	
Lineare Erosionsformen (mittlere Abmessungen in m)								
Flächen-Nr.	Bild-Nr.	Tiefe	Breite	Länge	Anzahl	Bezugsfläche in ha	Nutzung, Fruchtart	
Zustand der Bodenoberfläche Erosionsfläche und Einzugsgebiet								
Flächen-Nr.	Bild-Nr.	Bodenbedeckung in % (Pflanzen + Mulch)					Verschlammung 1 gering, 2 mittel, 3 stark	Nutzung, Fruchtart, Bodenbearbeitung
		<10	10-20	20-30	30-50	>50		
Bodenablagerung, Deposition (mittlere Abmessungen in Meter)							Anmerkungen zum Einzugsgebiet, Fließwege, Engpässe bei Durchlässen, Fremdwasserzutritt auf Ackerfläche, Hochwasser	
Flächen-Nr.	Bild-Nr.	Höhe	Breite	Länge	Nutzung			

[illegible]

Anhang 4

Beispiel für eine freiwillige Verpflichtungserklärung zu Maßnahmen gegen Bodenerosion

Verpflichtungserklärung

Herr/Frau Mustermann, Musterstraße 9, 99999 Musterstadt

als Bewirtschafter der unter Punkt 1 genannten, ackerbaulich genutzten Grundstücke verpflichtet sich zu den an gleicher Stelle aufgeführten landwirtschaftlichen Maßnahmen gegen Bodenerosion.

Vorbemerkung

Im [Angabe Zeitraum] führten Starkregenereignisse in der Gemarkung XXXX auf ackerbaulich genutzten Grundstücken zu erheblichen Bodenabträgen infolge von Bodenerosion durch Wasser.

Die Bewirtschafter der betroffenen Ackerflächen können durch die aufgeführten landwirtschaftlichen Schutzmaßnahmen die Erosionsgefährdung erheblich mindern.

Ziel der Verpflichtungserklärung ist es, die Umsetzung von landwirtschaftlichen Maßnahmen gegen Bodenerosion auf den benannten Flurstücken sicherzustellen.

Punkt 1 Gegenstand der Verpflichtungserklärung

Gegenstand der Verpflichtungserklärung sind die folgenden Maßnahmen gegen Bodenerosion auf den folgenden Flurstücken bzw. die betroffenen Grundstücke ergeben sich aus dem beigefügten Lageplan, der Bestandteil des Vertrages ist (siehe Anlage X):

(1) Dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung auf den Flurstücken: 91, 92, 93, 99 der Gemarkung XXXX, Gemeinde XXXX (siehe Anlage X) beginnend ab ...¹

(2) Anbau von Reinkulturen (z. B. Mais, Rüben, Kartoffeln) auf höchstens 30 % der Gesamtfläche der Flurstücke 91, 92, 93, 99 in einem Bewirtschaftungsjahr bzw. im Teileinzugsgebiet (siehe Anlage 1) beginnend ab....

(3) Anlage eines Grünstreifens bis spätestens ... in einer Breite von 12 m und einer Länge von 240 m entlang einer besonders gefährdeten Erosionsbahn in der sich bei Starkregen der Oberflächenabfluss konzentriert. (siehe Anlage X).

Der Bewirtschafter der Landwirtschaftsflächen verpflichtet sich, die aufgeführten Maßnahmen gegen Bodenerosion auf den benannten Grundstücken einzuhalten.

Punkt 2 Gültigkeitsdauer der Verpflichtungserklärung

Die Verpflichtungserklärung gilt für unbestimmte Zeit und kann jährlich bis zum 30. Juni vom Bewirtschafter durch ein Schreiben an die untere Bodenschutzbehörde aufgehoben werden.

Bewirtschafter

.....
Ort, Datum

.....
Unterschrift

¹ Es wird empfohlen, möglichst Fristen für die Ausführung der Maßnahmen zu setzen.

Anhang 5

Beispiel für einen öffentlich rechtlichen Vertrag zur Gefahrenabwehr bei Bodenerosion durch Wasser zwischen Bewirtschaftern und dem Freistaat Sachsen

Öffentlich-rechtlicher Vertrag

zwischen

1. Herr/Frau Mustermann, Musterstraße 9, 99999 Musterstadt
als Bewirtschafter der unter § 1 genannten, ackerbaulich genutzten Grundstücke
- Bewirtschafter -

und

2. dem Landratsamt Musterkreis, vertreten durch die untere Bodenschutzbehörde
- Land -

über

landwirtschaftliche Maßnahmen gegen Bodenerosion auf den Flurstücken 9999/1, 9999/2, 9999/3 in der Gemarkung XXXX, Gemeinde XXXX...

Vorbemerkung

Im Mai 2007 und Juni 2011 führten Starkregenereignisse in der Gemarkung XXXX auf ackerbaulich genutzten Grundstücken zu erheblichen Bodenabträgen infolge von Bodenerosion durch Wasser, die als schädliche Bodenveränderungen einzustufen sind. Die Bewirtschafter der betroffenen Ackerflächen können durch die aufgeführten landwirtschaftlichen Schutzmaßnahmen die Erosionsgefährdung erheblich mindern.

Ziel des öffentlich-rechtlichen Vertrages ist es, die Umsetzung von landwirtschaftlichen Maßnahmen gegen Bodenerosion auf den benannten Flurstücken sicherzustellen. Eine andernfalls notwendige bodenschutzrechtliche Anordnungen nach §§ 10, 4 BBodSchG, i.V.m. § 8 BBodSchV soll mit diesem Vertrag vermieden werden.

§1

Gegenstand des öffentlich-rechtlichen Vertrages

Gegenstand des öffentlich-rechtlichen Vertrages sind die folgenden Maßnahmen gegen Bodenerosion auf den folgenden Flurstücken bzw. die betroffenen Grundstücke ergeben sich aus dem beigefügten Lageplan, der Bestandteil des Vertrages ist (siehe Anlage X):

(1) Dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung auf den Flurstücken: 91, 92, 93, 99 der Gemarkung XXXX, Gemeinde XXXX (siehe Anlage X1) beginnend ab²(2) Anbau von Reihenkulturen (z. B. Mais, Rüben, Kartoffeln) auf höchstens 30 % der Gesamtfläche der Flurstücke 91, 92, 93, 99 in einem Bewirtschaftungsjahr bzw. im Teileinzugsgebiet (siehe Anlage X) beginnend ab

(3) Anlage eines Grünstreifens bis spätestens ... in einer Breite von 12 m und einer Länge von 240 m entlang einer besonders gefährdeten Erosionsbahn in der sich bei Starkregen der Oberflächenabfluss konzentriert. (siehe Anlage X).

Der Bewirtschafter der Landwirtschaftsflächen verpflichtet sich, die aufgeführten Maßnahmen gegen Bodenerosion auf den benannten Grundstücken einzuhalten.

(4) Die Maßnahmen nach Abs. 1 bis 3 hat der Bewirtschafter auf eigene Kosten durchzuführen.

² Es wird empfohlen, möglichst Fristen für die Ausführung der Maßnahmen zu setzen.

§2

Folgen bei Nichteinhaltung

(1) Hinsichtlich der in § 1 Abs. 1 bis 3 geforderten Maßnahmen unterwirft sich der Bewirtschafter der sofortigen Vollstreckung im Sinne des § 1 Abs. 2 SächsVwVG.³

(2) Für den Fall der Nichteinhaltung der Verpflichtung nach § 1 Abs. 1 (konservierende Bodenbearbeitung auf den Flurstücken: 91, 92, 93, 99 der Gemarkung XXXX, Gemeinde XXXX beginnend spätestens ab ...) wird ein Zwangsgeld in Höhe von ... Euro angedroht⁴.

(3) Für den Fall der Nichteinhaltung der Verpflichtung nach § 1 Abs. 2 (Anbau von Reihenkulturen auf höchstens 30% der Gesamtfläche der Flurstücke 91, 92, 93, 99 in einem Bewirtschaftungsjahr bzw. im Teileinzugsgebiet beginnend spätestens ab ...) wird ein Zwangsgeld in Höhe von ... Euro angedroht.

(4) Für den Fall der Nichteinhaltung der Verpflichtung nach § 1 Abs. 3 (Grünstreifen bis spätestens ...) wird ein Zwangsgeld in Höhe von ... Euro angedroht.

(5) Die untere Bodenschutzbehörde behält sich andere oder weitere Zwangsmittel im Sinne des § 19 SächsVwVG vor.

§3

Laufzeit des Vertrages

Der Vertrag hat eine Laufzeit bis zum 30.08.2015.

§4

Schriftform/Wirksamkeit

Der Vertrag sowie etwaige Änderungen bedürfen gemäß § 1 SächsVwVfZG i.V.m. § 57 VwVfG der Schriftform. Sollten einzelne Bestimmungen dieses Vertrages unwirksam sein, so bleibt die Gültigkeit der anderen Bestimmungen hiervon unberührt. Die unwirksame Bestimmung ist durch eine wirksame zu ersetzen, die dem beim Vertragsabschluss Gewollten in rechtlich zulässiger Weise am nächsten kommt.

§5

Inkrafttreten

Der Vertrag tritt ab dem 01.07.2012 in Kraft. Die Parteien erhalten je eine Ausfertigung.

Bewirtschafter

Untere Bodenschutzbehörde

.....
Ort, Datum

.....
Unterschrift

.....
Ort, Datum

.....
Unterschrift

Anlage X zum öffentlich-rechtlichen Vertrag Flurkarte mit Markierung der Flurstücke auf die sich die Maßnahmen gegen Boden-erosion beziehen.

³ Sofern die sofortige Vollstreckbarkeit im Vertrag erklärt wird, sollte die Vereinbarung zur Sicherheit seitens der Behörde von einer in § 61 Abs. 1 Satz 2 VwVfG genannten qualifizierten Person unterzeichnet werden.

⁴ Zu Zwangsmitteln siehe §§ 19 ff. SächsVwVG

Anhang 6

Beispiel einer Anordnung zur Gefahrenabwehr von schädlichen Bodenveränderungen auf Grund von Bodenerosion durch Wasser

Mit Postzustellungsurkunde⁵

Herr/Frau Mustermann
(Postanschrift)

Auf der Grundlage der §§ 10, 4 Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) vom 17. März 1998 und des § 8 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) von 12. Juli 1999

ergeht folgende

Anordnung

I.

Es wird folgende flächenbezogene Maßnahme gegen Bodenerosion angeordnet:

Auf der Fläche der besonders erosionsgefährdeten Abflussbahn (Abgrenzung auf Karte in Anlage 2) ist ein Grünstreifen von 12 m Breite und 500 m Länge (0,6 ha) anzulegen und dauerhaft zu erhalten.

Die Maßnahmen nach Nr. I. 1 hat der Bewirtschafter auf eigene Kosten durchzuführen.

Für den Fall, dass Sie der Verfügung unter Nr. I.1 zur Anlegung des Grünstreifens nicht bis spätestens⁶ ... nachkommen, wird ein Zwangsgeld in Höhe von ... angedroht.

(Kostenentscheidung)

II.

1. Sachverhalt:

Herr/Frau Mustermann sind Eigentümer (ggf. Pächter etc...) über die Flurstücke

Im [Zeitraum angeben] führten Starkregenereignisse in der Gemarkung XXXX zu erheblichen Schäden infolge von Bodenerosion durch Wasser. Im Rahmen der Gefahrenermittlung wurden die Erosionsflächen identifiziert, die Bodenabtragsmengen bestimmt und die Erosionsschäden innerhalb und außerhalb der Erosionsfläche dokumentiert (s. Vorgang Aktenzeichen XX).

Die einzelfallbezogene Auswertung ergab, dass von einer schädlichen Bodenveränderung aufgrund von Bodenerosion durch Wasser auszugehen ist (§ 8 BBodSchV), weil (weitere Ausführungen zu den tatsächlichen Feststellungen, dass von drohenden schädlichen Bodenveränderungen auszugehen ist)

2. Begründung

a) Zuständigkeit

Der Landkreis X ist als untere Bodenschutzbehörde für die in Nr. I 1 festgesetzte Maßnahme sachlich und örtlich zuständig (weitere Ausführungen)

Der Landkreis X ist zudem zuständige Vollstreckungsbehörde nach § 4 Abs. 1 Nr. 3 SächsVwVG.

⁵ Die Zustellung wird jedenfalls im Fall der Androhung von Zwangsmitteln empfohlen

⁶ Die Frist und Höhe des Zwangsgeldes (§ 22 SächsVwVG: mind. 5 Euro und höchstens 25.000 Euro) müssen angemessen sein, siehe §§ 19 ff. SächsVwVG.

b) Rechtmäßigkeit der Maßnahme

Rechtsgrundlage für die Anordnung der Maßnahme nach Nr. I 1. sind §§ 10, 4 BBodSchG.

Nach § 4 Abs. 2 BBodSchG sind der Grundstückseigentümer und der Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück verpflichtet, Maßnahmen zur Abwehr der von ihrem Grundstück drohenden schädlichen Bodenveränderung zu ergreifen. Nach § 10 Abs. 1 BBodSchG kann die zuständige Behörde, vorliegend der Landkreis X, die Erfüllung der sich aus § 4 BBodSchG ergebenden Pflichten anordnen.

Herr/Frau Mustermann sind Eigentümer/Inhaber der tatsächlichen Gewalt über die Flurstücke ...
(weitere Ausführungen, woraus sich dies ergibt).

Die Untersuchungen haben ergeben, dass von drohenden schädlichen Bodenveränderungen auf o.g. Flurstücken auszugehen ist
(weitere Ausführungen, woraus sich dies ergibt)

Vor diesem Hintergrund sind geeignete, erforderliche und verhältnismäßige Maßnahmen zur Abwehr der Gefahr zu treffen (weitere Ausführungen zur geforderten Maßnahme bzw. bei mehreren Maßnahmen zu jeder einzelnen Maßnahme).

Die Maßnahmen sind im Wege der Anordnung nach § 10 BBodSchG zu fordern, da Herr/Frau Mustermann trotz Aufforderung der unteren Bodenschutzbehörde mit Schreiben vom ... den Pflichten nicht nachgekommen sind und auch nicht erklärt haben, die Maßnahmen innerhalb einer angemessenen Frist umzusetzen.

Nach § 24 Abs. 1 BBodSchG trägt der Pflichtige die Kosten der angeordneten Maßnahmen. Die Voraussetzungen einer besonderen Härte im Sinne des § 10 Abs. 2 BBodSchG im Fall der hier angeordneten Beschränkungen der landwirtschaftlichen Bodennutzung liegen nicht vor (immer im Einzelfall prüfen – weitere Ausführungen, weshalb keine besondere Härte vorliegt).

c) Rechtmäßigkeit der Androhung des Zwangsgeldes

Die Androhung des Zwangsgeldes erfolgte nach §§ 20, 22 SächsVwVG

(Ausführungen zur Angemessenheit der Frist/Höhe des Zwangsgeldes)

d) Kostenentscheidung

(weitere Ausführungen)

III.

Rechtsbehelfsbelehrung

Gegen diesen Bescheid kann innerhalb eines Monats nach Bekanntgabe Widerspruch erhoben werden. Der Widerspruch ist beim (Anschrift Landkreis X) schriftlich einzulegen oder zur Niederschrift zu erklären.

.....
Ort, Datum,

.....
Unterschrift

Anhang 7

Erläuterung zu vorliegenden Erosionsgefährdungskarten

Die Karte KSR beschreibt die natürliche bzw. potenzielle Erosionsgefährdung auf Grundlage der ABAG-Faktoren Bodenart, Hangneigung und Erosivität der Niederschläge (s. Anhang 8). Diese Methode wird auch im Rahmen von Cross Compliance Regelungen angewendet. Anthropogen beeinflussbare ABAG-Faktoren, wie der L-Faktor (erosive Hanglänge), der C-Faktor (Fruchtfolge und Bodenbearbeitung) und der P-Faktor (Konturnutzung) sind in dieser Bewertung nicht berücksichtigt.

Die Karte KLSR berücksichtigt zusätzlich die erosiven Hanglängen bezogen auf den jeweiligen Feldblock. Bei dieser Berechnung wird angenommen, dass einerseits die Feldblockgrenzen die erosionswirksame Hanglänge unterbrechen (d. h. als Barriere für den Oberflächenabfluss wirken) und andererseits innerhalb des Feldblockes keine weiteren Barrieren vorhanden sind, die die erosionswirksame Hanglänge verkürzen. Der Berechnungswert aus den Faktoren KLSR steht für den Bodenabtrag eines dauerhaft unbedeckten Bodens (Schwarzbrache). Auf Grundlage dieser Auswertungskarte kann durch die Ableitung des C-Faktors (s. Anhang 10) der Bo-

denabtrag für die tatsächlichen Bedingungen kalkuliert werden. Somit kann der Einfluss von Fruchtfolgen und Bodenbearbeitungssystemen auf den Bodenabtrag ermittelt werden. Die ABAG-Ergebnisse stehen für den langjährigen mittleren flächenhaften Bodenabtrag in Tonnen pro ha und Jahr.

Die Karte der erosiven Abflussbahnen hebt landwirtschaftlich genutzte Standorte hervor, die aufgrund einer reliefbedingten Abflusskonzentration einer besonders hohen Erosionsgefährdung unterliegen. Die Ableitung der Standorte basiert auf den Auswertungen der ABAG (Karte KLSR) und des Reliefparameters »rasterbezogene Einzugsgebietsgröße«.

Die Karte der erosiven Steillagen grenzt auf der Grundlage der ABAG in Abhängigkeit von der Hangneigung (S-Faktor) und der Bodenart (K-Faktor) besonders erosionsgefährdete Steillagen ab ($K \cdot S\text{-Faktor} \geq 1$).

Die Bereiche der erosiven Abflussbahnen (Bild links) und Steillagen (Bild rechts) sollten durch eine dauerhafte Vegetationsdecke vor Bodenerosion geschützt werden.

Die Karten zur Erosionsgefährdung können digital vom LfULG bezogen werden: www.umwelt.sachsen.de/umwelt/boden/26160.htm



Linienhafte Bodenerosion entlang von reliefbedingten Abflussbahnen in einem Ackerschlag



Ackerbaulich genutzte Steillage mit Bodenerosion

Anhang 8

Ermittlung der Bodenabträge

Die Berechnung des Gesamtbodenabtrages nach einem Erosionsereignis erfolgt auf der Grundlage der im Gelände dokumentierten Erosionsformen (lineare Erosion) sowie der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (flächenhafte Erosion). Diese Berechnungen dienen als hinreichend genaue Bewertungsgrundlage für das Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung auf der Erosionsfläche (on-site Schaden) s. Anhang 9.

A) Berechnung der Bodenabträge aus linearen Erosionsformen

Die im Gelände erkennbaren Erosionsformen (Erosionsrillen, -rinnen, -graben, -bahn) beruhen vor allem auf linearen Erosionsprozessen. Auf Grundlage der Eintragungen im Dokumentationsbogen können die Bodenabträge berechnet werden. Hierzu steht eine Excel-Datei zur Verfügung (vgl. Abb. 2), in der aus den mittleren Abmessungen (Tiefe, Breite und Länge) sowie der Anzahl der Erosionsformen die Bodenabtragsmasse berechnet werden kann.

Bei Erosionsrillen und Erosionsrinnen (i. d. R. zahlreich vorkommend) umgrenzt deren Auftreten die Erosionsfläche. Bezieht man die abgetragene Bodenmasse auf die so umgrenzte Erosionsfläche ergibt sich ein Bodenabtrag in t/ha.

Mit größeren Erosionsformen wie Erosionsgräben und Erosionsbahnen, die meist vereinzelt auftreten, sind ab Längen von 50 m i. d. R. erhebliche lokale Bodenabträge verbunden. Über das Volumen der erodierten Hohlform kann unter Annahme einer mittleren Bodendichte die Masse des Bodenabtrages kalkuliert werden.

Download Excel-Datei:

www.umwelt.sachsen.de/umwelt/boden/26160.htm

Erläuterung zur Berechnung:

- In der Excel-Datei werden auf der Grundlage der Eintragungen (grüne Schrift) die Bodenmengen (rote Schrift) berechnet.

■ Bodenvolumen [m³], Bodenmasse [t], auf die Erosionsfläche bezogener mittlerer Bodenabtrag in t/ha bzw. mm/ha.

■ Mittlere Bodendichte von Acker-Oberböden = 1,4 [t/m³] (Trockenroh-dichte).

■ Bodenmasse [t] = Bodenvolumen [m³] * Trockenrohdichte [t/m³]

■ Bodenabtrag [t/ha] = Bodenabtrag [mm] * 14

■ 1 mm flächiger Bodenabtrag je ha = 14 t/ha

B) Flächenhafter jährlich durchschnittlicher Bodenabtrag nach ABAG (DIN 19708)

Das Berechnungsverfahren der ABAG ermöglicht eine Abschätzung des flächenhaften jährlich durchschnittlichen Bodenabtrags in Tonnen pro Hektar und Jahr. Das Verfahren berücksichtigt neben den Faktoren, die die Standortverhältnisse beschreiben auch die Einflüsse der Fruchtarten bzw. Fruchtfolgen sowie der Bodenbearbeitung.

Das Ergebnis aus den ABAG-Faktoren R, K, S, L liegt für Sachsen flächendeckend vor und kann vom LfULG als Rasterdatensatz zur Verfügung gestellt werden (Anhang 7). Auf der Grundlage dieser GIS-Karte kann unter Berücksichtigung der C-Faktoren (Anhang 10) die Erosionsgefährdung abgeleitet werden.

Der Kartenausschnitt rechts zeigt Ergebnisse der ABAG-Berechnung für die Fruchtfolge »Wintergerste-Winterraps-Winterweizen-Silomais«. Die linke Karte stellt die Bodenabträge bei konventioneller Bodenbearbeitung mit dem Pflug dar (C-Faktor 0,13). Die rechte Karte steht für eine dauerhafte konservierende Bodenbearbeitung, mit einer Mulchbedeckung von mindestens 30% (C-Faktor 0,02). Demnach würden bei einer konventionellen Bodenbearbeitung größere Flächen über der Erheblichkeitsschwelle der Gefahrenabwehr von 13 t/(ha a) liegen. Wohingegen bei einer konservierenden Bodenbearbeitung kaum Flächen einen Wert über 13 t/(ha a) aufweisen.

H5 $=C5*D5*E5*F5$										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		F-Nr	Tiefe	Breite	Länge	Anzahl	Fläche	Volumen	Masse	Bodenabtrag
2	Erosionsform	in m	in m	in m			in ha	in m ³	in t	in t/ha
3	Erosionsrillen	1	0,05	0,10	150,00	20	1,500	15,00	21,0	14,0
4	Erosionsrinnen	2	0,11	0,15	170,00	20	3,000	56,10	78,5	26,2
5	Erosionsgraben	3	0,45	0,60	180,00	1	0,011	48,60	68,0	
6	Erosionsbahn	4	0,05	4,00	370,00	1	0,148	74,00	103,6	

Abb. 2: Eintragungen zu den mittleren Abmessungen der Erosionsformen und -flächen entsprechend Kartenbeispiel (Seite 4).

$$\text{Bodenabtrag in t/(ha a)} = R * K * S * L * C * (P)$$

ABAG Faktor	Datengrundlage, Bemerkung	Wertebereich in Sachsen
R	regionalisierte Regenerosivität Zeitlich hoch aufgelöste langjährige Niederschlagsreihen. Datengrundlage: Deutscher Wetterdienst 1993 – 2012	59 bis 146
K	Bodenerodierbarkeit BK50: Bodenkundliche Landesaufnahme im Maßstab 1:50.000	0,06 bis 0,71
S	Hangneigung Hangneigung auf der Grundlage des digitalen Geländemodells im 5-m-Raster (DGM5, generalisiert aus DGM2), für Hangneigungen bis 30 Altgrad (58 %)	0 bis 7,9
L	erosive Hanglänge DGM5 unter Berücksichtigung der Feldblockgrenzen als Barriere und einer maximalen erosiven Hanglänge von 300 m	0,3 bis 6,4
C	Fruchtfolge und Bodenbearbeitung für ausgewählte Fruchtfolgen unter Berücksichtigung der Bodenbearbeitung(s. Anhang 10)	0,01 bis 0,30
P	Konturnutzung Die Schutzwirkung einer Querbearbeitung ist nur bei schwächeren Regenereignissen und kurzen Hanglängen gegeben, z.B. Hanglängen unter 60 m bei einer Hangneigung bis 8%. In der Praxis ist bei großen Schlägen (Hanglängen) kaum eine Wirkung vorhanden, da eine genaue Konturnutzung (Höhenlinien parallele Bearbeitung) selten durchführbar ist.	

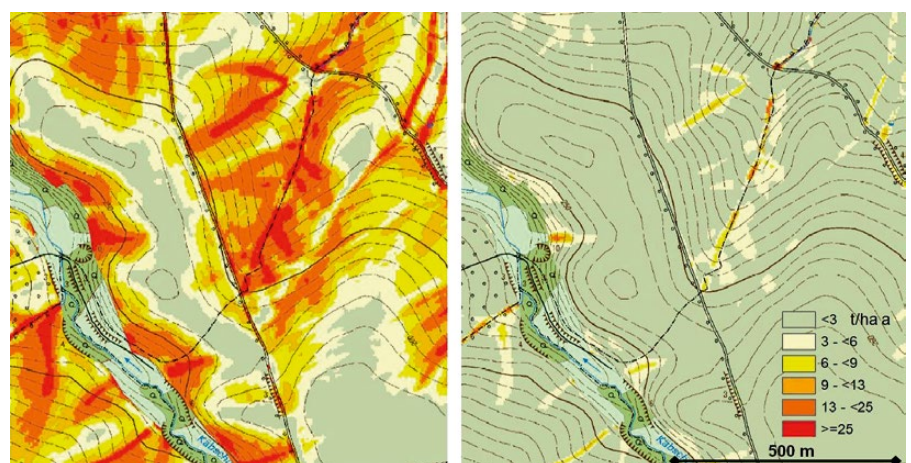


Abb. 3: Bodenabtrag nach ABAG für die Fruchtfolge »Wintergerste-Winterraps-Winterweizen-Silomais« bei konventioneller Bodenbearbeitung (C-Faktor von 0,13 Bild links) und konservierender Bodenbearbeitung (C-Faktor 0,02 Bild rechts).

Anhang 9

Beurteilung von Erheblichkeit und Wiedereintrittswahrscheinlichkeit

Dokumentationsbogen 3: Bewertung, Erheblichkeit, Wiedereintrittswahrscheinlichkeit (s. Anhang 3)

Erheblichkeit

Bei der Betrachtung von Erosionsereignissen ist zwischen on-site und off-site Schäden zu differenzieren. Dabei sagt die Erheblichkeit eines off-site Schadens nicht unmittelbar etwas über die Erheblichkeit der von der Erosionsfläche abgeschwemmten Bodenmenge im Sinne einer schädlichen Bodenveränderung aus.

on-site Schäden

Bodenerosion führt auf den Erosionsflächen zu Bodenabträgen, die nachhaltig die natürlichen Bodenfunktionen und die Produktionsfunktion schädigen können. Langfristig gesehen ist eine Landnutzung nur dann nachhaltig, wenn die Bodenabträge nicht wesentlich über der im Untergrund stattfindenden Bodenneubildung (Bodenverwitterung) liegen.

Die Bodenneubildung beträgt jedoch nur etwa 1 cm in 100 Jahren (1–1,5 t/ha a).

Einstufung der tatsächlichen Erosionsgefährdung auf Grundlage der ABAG

Bezeichnung Erosionsgefährdung nach DIN 19708	ABAG Bodenabtrag in t/(ha a)	Maßnahmen gegen Bodenerosion durch Wasser
keine – sehr geringe	<1,0	meist keine besonderen Maßnahmen erforderlich
geringe	1,0 – <2,0	
mittlere	2,0 – <3,0	Vorsorge im Rahmen §17 BBodSchG mit der Erosionsgefährdung zunehmende Anforderungen an Maßnahmen gegen Bodenerosion
hohe	3,0 – < 6,0	
sehr hohe	6,0 – <13	Gefahrenabwehr im Rahmen von §8 BBodSchV
	>= 13,0	

Eine ackerbauliche Nutzung auf geneigtem Gelände führt oft zu weit höheren Bodenabträgen.

Im Rahmen der guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft werden im Bereich der Vorsorge vor Bodenerosion Landnutzung bzw. Bewirtschaftungspraktiken angestrebt, die maximal zu Bodenabträgen von durchschnittlich 2–3 t/ha a führen. Dadurch ist für mindestens 1.000 Jahre und meist darüber hinaus eine weitgehend nachhaltige ackerbauliche Nutzung möglich.

Bei schädlichen Bodenveränderungen werden die angestrebten Vorsorgewerte (2–3 t/ha a) um ein vielfaches überschritten. Eine langfristige durchschnittliche Bodenerosion von 13 t/ha a führt in 100 Jahren etwa zu einem Bodenabtrag von 10 cm. Entsprechend wäre in 1000 Jahren etwa 1 Meter Boden abgetragen. Landnutzungen bzw. Bewirtschaftungspraktiken, die auf den entsprechenden Standorten zu derart hohen Bodenabträgen führen sind im Rahmen der Gefahrenabwehr zu behandeln.

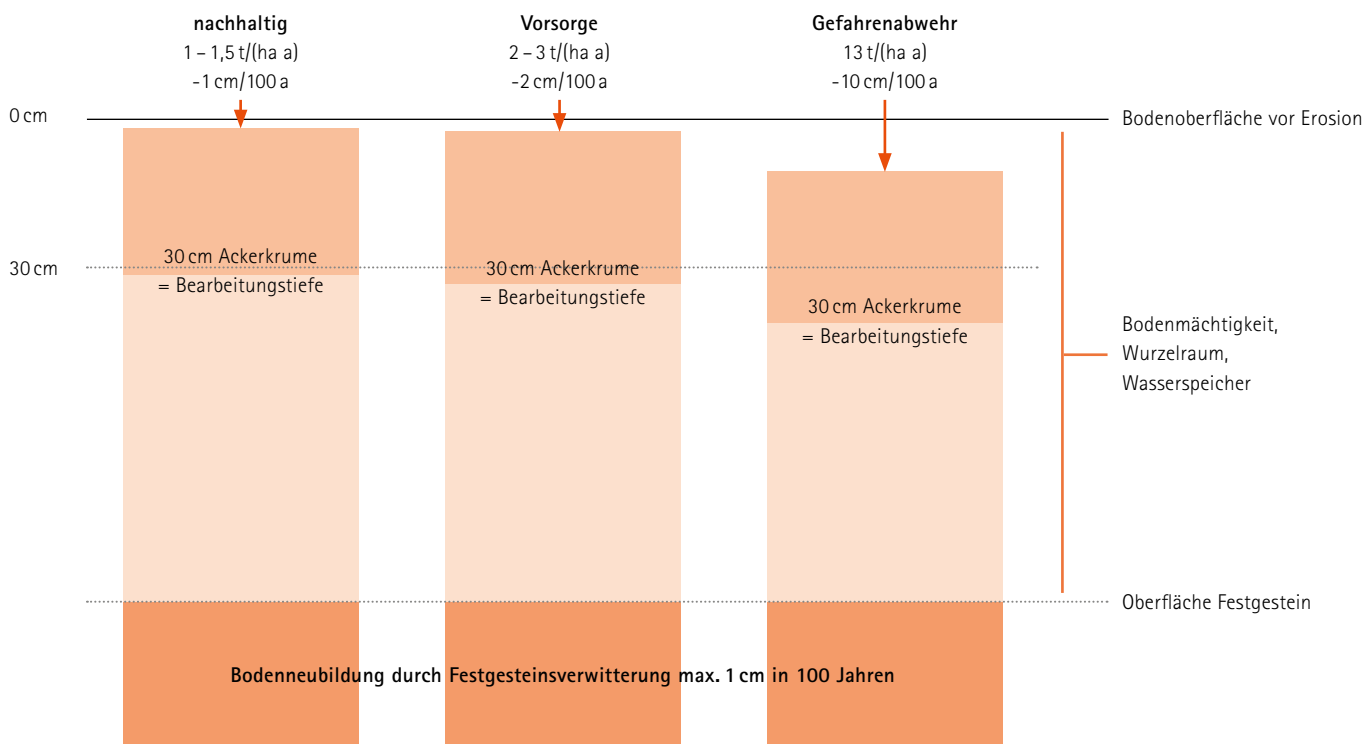


Abb. 4: Bodenverlust in 100 Jahren bei verschiedenen durchschnittlichen Erosionsraten in Tonnen pro Hektar und Jahr

Von einer erheblichen Menge abgeschwemmten Bodenmaterials i. S. einer schädlichen Bodenveränderung kann i. d. R. dann ausgegangen werden, wenn für die Erosionsfläche einer der aufgeführten Schwellenwerte überschritten wird (Berechnung nach Anhang 8).

- Geländeaufnahme: Bodenabtrag aus Erosionsrillen und Erosionsrinnen $\geq 25 \text{ t/ha}$
- Geländeaufnahme: Bodenabtrag aus Erosionsgräben und Erosionsbahnen $\geq 25 \text{ t}$
- Modellierung: Bodenabtrag Einzelereignis nach Erosion-3D $\geq 25 \text{ t/ha}$
- Berechnung: durchschnittliche jährliche flächenhafte Bodenabtragsgefährdung nach ABAG $\geq 13 \text{ t/ha a}$.

Eine Bewertung des Bodenabtrages in Beziehung zur jeweils vor Ort vorliegenden Bodenzahl wird hierbei nicht durchgeführt, da

- insbesondere die Höhe des jeweiligen Bodenabtrags im Mittelpunkt der Betrachtung steht und nicht der jeweilige Ort der anzutreffenden Bodenzahl (natürliche Ertragsfähigkeit)
- nicht nur die Beeinträchtigungen der Produktionsfunktion sondern aller Bodenfunktionen zu berücksichtigen sind

- auf großen Ackerschlägen die Bodenzahl erheblich variieren kann und kaum eine Zuordnung von Teilmengen des Abtrags zu Teilflächen mit unterschiedlichen Bodenzahlen möglich ist.

Die angegebenen Schwellenwerte weisen einen deutlichen Abstand zu den o.g. Vorsorgewerten sowie auch zu der in der Fachliteratur diskutierten Toleranzgrenze von Ackerzahl/8 (Schwertmann et al. 1990) auf.

off-site Schäden

Erhebliche Ablagerungen von abgeschwemmtem Bodenmaterial stellen Anhaltspunkte für schädliche Bodenveränderungen bei Bodenerosion durch Wasser dar und können zur Quantifizierung des on-site Schadens beitragen.

Schäden außerhalb der Erosionsfläche können jedoch auch bereits bei geringen Bodenabträgen auftreten. Die Beurteilung der Erheblichkeit eines off-site Schadens erfolgt für die betroffenen Schutzgüter nach den hierfür geltenden Rechtsnormen durch die jeweils zuständige Behörde, z. B.

- Verkehrsfläche, Verkehrssicherheit beeinträchtigt: »Sicherheit und Leichtigkeit des fließenden und ruhenden Verkehrs«

Bewertung durch Träger der Straßenbaulast (LASuV, Landkreis bzw. Kommune)

- Siedlungsflächen, »sind nicht mehr ihrem Zweck entsprechend ohne Missstände benutzbar«

Bewertung durch Kommune

- Oberflächengewässer: z. B. Verschlechterung Wasserqualität, Verlandung Stillgewässer

Bewertung durch untere Wasserbehörde, untere Naturschutzbehörde

- Schutzgebiete des Naturschutzes
- Bewertung durch untere Naturschutzbehörde**

Die zuständige Behörde kann auf Grundlage der einschlägigen Rechtsnormen Maßnahmen zur Schadensbeseitigung und Gefahrenabwehr festlegen. Sind Maßnahmen auf der Erosionsfläche vorgesehen, sind diese mit der unteren Boden-schutzbehörde abzustimmen.

Wiedereintrittswahrscheinlichkeit

Bezüglich der Wiedereintrittswahrscheinlichkeit ist zu prüfen, ob weitere erhebliche Bodenabträge zu erwarten sind. Eine relevante Wiedereintrittswahrscheinlichkeit ist gegeben, wenn einer der unten stehenden Fälle zutrifft:

Fall	Beurteilungsmethode	Kriterium	Werkzeug
A	Vergleich mit früheren Schadensereignissen	Innerhalb der letzten 10 Jahre traten auf der gleichen Fläche erhebliche Erosionsschäden auf	Recherche Aktenlage, Anliegerbefragung
B	Ermittlung der durchschnittlichen Wiederkehrzeit des aktuellen Starkregenereignisses	aktuelles Starkregenereignis hat eine Wiederkehrzeit von ≤ 10 Jahren (falls Wiederkehrzeit > 10 Jahre, Fall C und D anwenden)	Niederschlagsmessung (DWD, LfULG); KOSTRA-DWD: Ermittlung der Wiederkehrzeit
C	Modellierung eines Erosionsereignisses für Starkregenereignis mit Wiederkehrzeit = 10 Jahre	10-jährliches Starkregenereignis führt zu erheblichen Erosionsschäden	Modellierungssoftware z. B. Erosion-3D oder Erosion-2D
D	Berechnung des Bodenabtrages nach ABAG	Der Bodenabtrag nach ABAG überschreitet bei gegebener Fruchtfolge und Bodenbearbeitung 13 t/ha a	siehe Anhang 8 B

Anhang 10

Erläuterung zu C-Faktoren

Die C-Faktoren werden in Abhängigkeit von der Feldbestellung und der Pflanzenentwicklung unter Berücksichtigung der langjährig mittleren Starkregenverteilung berechnet. Die C-Faktoren stehen somit für das Verhältnis der acker-pflanzenbaulichen Erosionsgefährdung zur potenziellen Erosionsgefährdung (je kleiner der C-Faktor, umso geringer die bewirtschaftungsbedingte Erosionsgefährdung).

Aus der folgenden Tabelle wird deutlich, dass mit zunehmendem Anteil an Kulturen mit weitem Reihenabstand (Reihenkulturen wie z. B. Mais, Rüben, Kartoffeln) in der Fruchtfolge die Erosionsgefährdung zunimmt. Durch eine dauerhafte konservierende Bodenbearbeitung, mit einer Mulchbedeckung von mindestens 30 % (Mulch 30) können die Bodenabträge gegenüber der konventionellen Bodenbearbeitung mit dem Pflug um 65 – 85 % reduziert werden. Hierbei ist zu beachten, dass es bei der konservierenden Bodenbearbeitung Unterschiede gibt. Nicht immer wird eine Mulchbedeckung von 30 % erreicht, z. B. wenn Stroh geerntet wird und mit dem Grubber eine tiefere Bodenbearbeitung durchgeführt wird, kann die Mulchbedeckung nur bei 10 % liegen (Mulch10). Die geringsten C-Faktoren (0,01) und die höchste Mulchbedeckung werden durch das Direktsaatverfahren erreicht, bei dem auf eine Bodenbearbeitung verzichtet wird.

Mittlere C-Faktoren für Sachsen

Fruchtfolge	C-Faktor		
	Pflug	Mulch10	Mulch30
Wintergerste-Silomais-Winterweizen-Silomais (50 % Reihenkultur in Mähdrusch-Fruchtfolgen)	0,26	0,14	0,04
Winterweizen-Wintergerste-Silomais (33 % Reihenkultur in Mähdrusch-Fruchtfolgen)	0,15	0,08	0,03
Wintergerste-Winterraps-Winterweizen-Silomais oder Winterroggen-Silomais-Sommergerste-Hafer (25 % Reihenkultur in Mähdrusch-Fruchtfolgen)	0,13	0,07	0,02
Winterweizen-Wintergerste-Winterraps-Winterweizen-Silomais (20 % Reihenkultur in Mähdrusch-Fruchtfolgen)	0,11	0,06	0,02
Winterraps-Winterweizen-Silomais-Ackergras-Ackergras (20 % Reihenkultur in Mähdrusch-Futterbau-Fruchtfolge)	0,09	0,05	0,02
Winterraps-Winterweizen-Winterroggen-Ackergras-Ackergras	0,04	0,03	0,01
Winterraps-Winterweizen-Sommergerste-Winterroggen	0,06	0,05	0,02
Erbse-Winterweizen-Winterroggen-Hafer	0,07	0,04	0,02

Erläuterung zur Tabelle:

Die Reihenkulturen Kartoffeln und Zuckerrüben können dem Silomais gleichgesetzt werden, wobei die etwas günstigeren Verhältnisse bei den Zuckerrüben, in der jeweiligen Fruchtfolge zu einer Verringerung des C-Faktors um ca. 30 % führt.

Pflug:

Konventionelle Bodenbearbeitung mit dem Pflug: Herbstfurche, Stoppeln und Stroh verbleiben bis zum Pflügen an der Oberfläche, zwischen Pflug und Saatbett raues Feld. Bei nicht rauem Feld erhöht sich der C-Faktor um ca. 0,04.

Mulch30:

Dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung mindestens 30 % ist durch Belassen der Erntereste an der Oberfläche und nur flaches Einarbeiten gegeben.

Mulch10:

Dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung: Bodenbedeckung durch Mulch erreicht nur einen Bedeckungsgrad von 10%.

Anhang 11

Erläuterung zu Erosion-3D

Das prozessorientierte, physikalisch begründete Simulationsmodell Erosion-3D simuliert zu einzelnen Regenereignissen die räumliche Verteilung von Bodenabtrag (Erosion) und Bodenablagerung (Deposition). Unter Berücksichtigung der zum Zeitpunkt des Regenereignisses vor-

handenen Bodenbedeckung und Bodeneigenschaften wird der Prozess der Bodenverlagerung simuliert.

Als Ergebnis einer Modellrechnung entsteht eine Rasterkarte zur räumlichen Verteilung der Erosions- und Depositionsmengen (s. Kartenausschnitt, wobei $1 \text{ kg/m}^2 = 10 \text{ t/ha}$). Hinsichtlich der Interpretation der ereignisbezogenen Model-
ergebnisse sind Intensität, Menge und

Zeitpunkt des Regenereignisses von besonderer Bedeutung. Mit dem jährlichen Zeitpunkt sind Bodenbedeckung und Bodenbearbeitungszustand der jeweiligen Fruchtart verknüpft. Auch der Anfangswassergehalt im Boden kann erheblich das Modellierungsergebnis beeinflussen. Im LfULG können weiterführende Hinweise zum Simulationsmodell Erosion-3D gegeben werden.

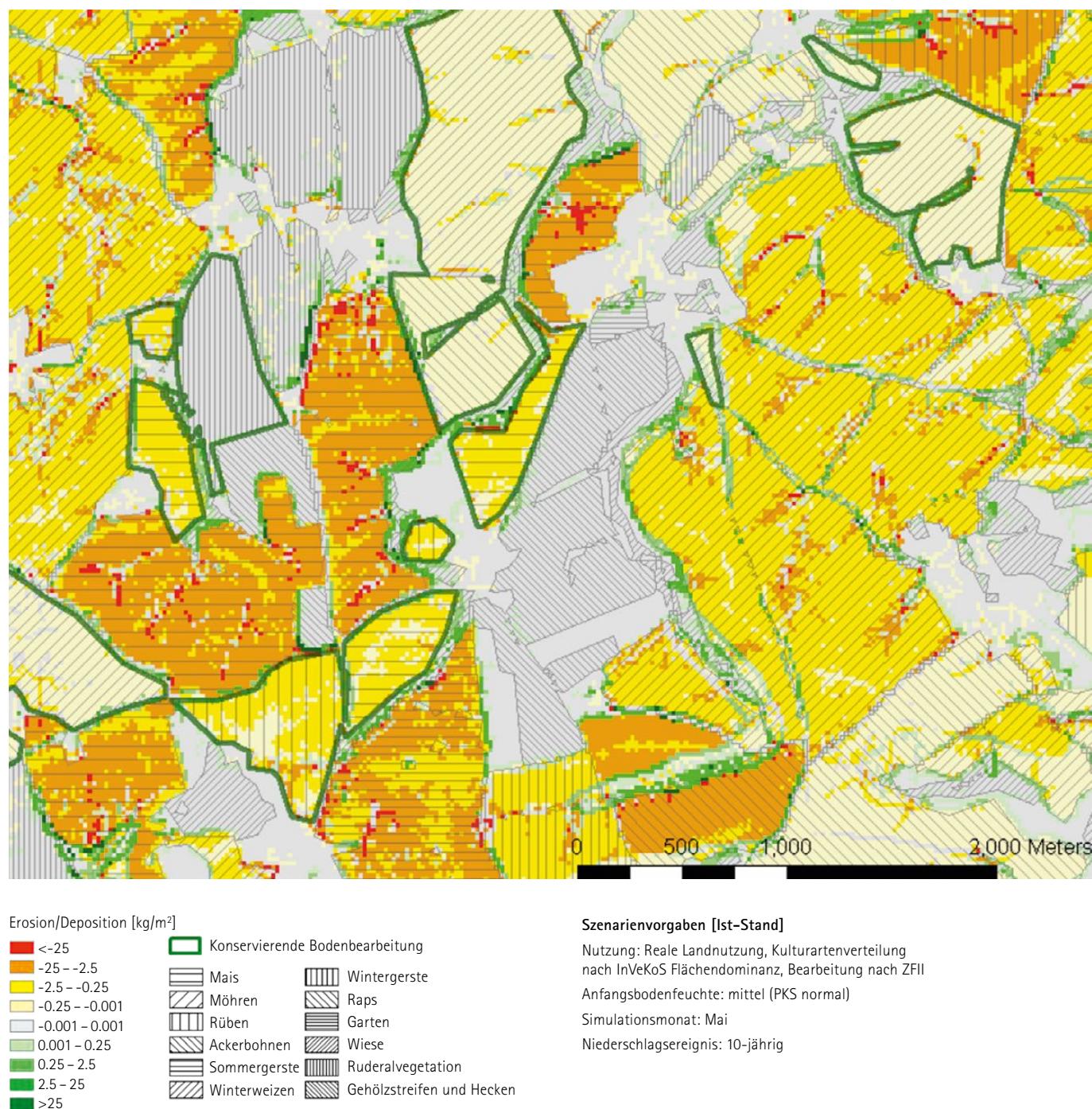


Abb. 5: Kartenausschnitt zu einem mit Erosion-3D simulierten Szenario (aus: SCHINDEWOLF 2010)

Anhang 12

Bilder zu Anhaltspunkten



Zahlreiche Erosionsrillen < 10 cm tief



Zahlreiche Erosionsrinnen 10 – 20 cm tief



Erosionsgraben > 40 cm tief



Erosionsbahn mehrere Meter breit



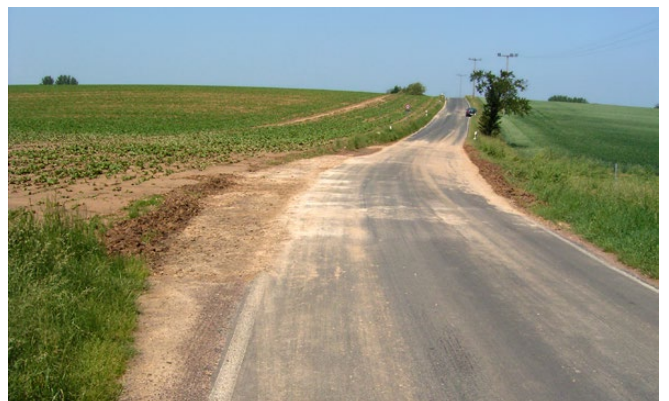
Flächenhafte Erosion und Bodenablagerung



Bodenablagerung am und ins Fließgewässer

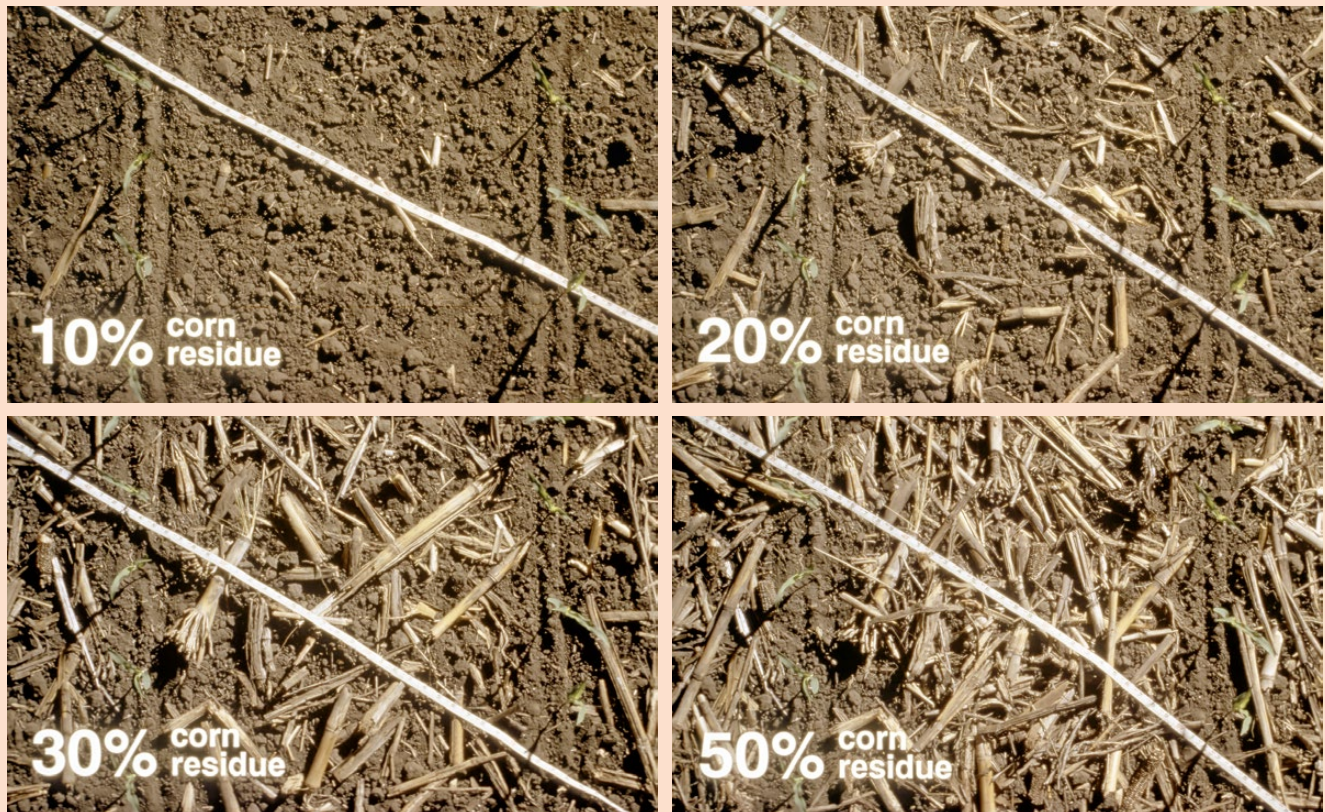


Bodenablagerung im Straßengraben



Reste von Bodenablagerung an bereits beräumter Straße

Weitere Bilder: <http://picasaweb.google.com/106794471444272716353?gsessionid=z8kKFuA-005mLK3S2dIDfw> (05.10.2012)



1 – 4: Bodenbedeckung durch Mulch in % der Fläche (Quelle: United States Department of Agriculture. Photogallery Missouri 2012)



5 – 8: Verschlammung der Bodenoberfläche (o. l.: gering, o. r.: mittel, u. l. u. r.: stark)

Zur Mulchbedeckung: www.vdlufa.de/joomla/Dokumente/Verlag/FAL_Bodenfaecher2007_02.pdf

Glossar

ABAG: Die Allgemeine Bodenabtragsgleichung kalkuliert den langjährig durchschnittlichen Bodenabtrag einer Fläche in der Einheit Tonnen pro Hektar und Jahr. Größere lineare Erosionsformen wie Erosionsrinnen, -gräben und -bahnen sind in der ABAG-Abschätzung nicht enthalten (s. Anhang 8).

ABAG-Faktoren: s. Anhang 8 und Anhang 10

Abflussbahn, reliefbedingte Abflussbahn: (geneigte Tiefenlinie, Hangrinne): Bei einem Starkregenereignis konzentriert sich das an der Bodenoberfläche ablaufende Regenwasser temporär in natürlich vorhandenen Abflussbahnen des Reliefs und führt dort durch die temporäre Abflusskonzentration, insbesondere bei einem vegetationsfreien Boden, zu Grabenerosion bzw. zu Erosionsbahnen.

Akkumulationsfläche: s. Bodenauftrag

Bodenabtrag – Bodenauftrag: Von der Bodenabtragsfläche (Erosionsfläche) wird durch den Prozess der Bodenerosion Bodenmaterial abgetragen. Auf der Bodenablagerungsfläche (Akkumulationsfläche, Depositionsfläche) wird das erodierte Bodenmaterial angereichert. Nach einem Erosionsereignis sind oftmals Erosion- und Depositionsbereiche nebeneinander anzutreffen. Namensgebend für eine Fläche (Erosionsfläche oder Depositionsfläche) ist das überwiegende Auftreten von Bodenabtrag oder Bodenauftrag. Das Erosionsmodell Erosion-3D bilanziert Erosions- und Depositionsmengen für Rasterflächen. Die ABAG kalkuliert den Bodenabtrag für die Erosionsflächen, jedoch nicht die Depositionsflächen und -mengen.

Deposition: s. Bodenauftrag

DGM: Ein Digitales Geländemodell stellt die Geländeoberfläche in einer bestimmten Rasterweite dar. Zu jeder lagebezogenen Koordinate (X-, Y-Wert) gibt es einen Höhenwert (Z-Wert). Für Sachsen sind Rasterweiten mit einer räumlichen Auflösung ab 2 m vorhanden (z. B. DGM2, DGM5, DGM10). Quelle: Geoinformation und Vermessung Sachsen (GeoSN)

Direktsaat: s. Konservierende Bodenbearbeitung

Einzugsgebiet: Das oberirdische Wassereinzugsgebiet wird umgrenzt von einer gemeinsamen Wasserscheide. Der Oberflächenabfluss eines Einzugsgebietes entwässert zu einem gemeinsamen Punkt.

Erosionsform: Typisierung von Formen der Bodenerosion:

Lineare Erosionsformen, linienhafte Erosion, mehrere Meter langgestreckte Hohlform (s. Anhang 12):

- Erosionsrinne 2 – 10 cm tief
- Erosionsrinne 10 – 40 cm tief
- Erosionsgraben > 40 cm tief
- Erosionsbahn mehrere Meter breit, flache langgestreckte Vertiefung (s. Abflussbahn).

Flächenhafter Bodenabtrag:

Flächig ausgeprägte Bodenerosion, die nicht deutlich als Hohlform auf der Erosionsfläche zu erkennen ist. Das unterhalb der Erosionsfläche abgelagerte Bodenmaterial gibt jedoch oft Aufschluss über eine flächenhafte Bodenerosion. Die ABAG kalkuliert den langjährigen flächenhaften Bodenabtrag einschließlich Rillenerosion.

Erosion, flächenhaft, linear s. Erosionsform

Erosion-3D: Physikalisches Erosionsmodell das zu einzelnen Starkregenereignissen Bodenabtrag (Erosion) und Bodenablagerung (Deposition) flächenkonkret (Rasterzellen) berechnet. (s. Anhang 11)

Erosionsfläche: s. Bodenabtrag

Fruchtfolge: Mehrjährige Anbauabfolge von landwirtschaftlichen Kulturarten

Infiltrationsleistung: Wassermenge (Regenmenge) die in einer bestimmten Zeit in den Boden eindringen (versickern) kann.

Konservierende und konventionelle Bodenbearbeitung: Bei der konservierenden Bodenbearbeitung wird auf den Einsatz eines Pfluges verzichtet. Das Verfahren reduziert im Unterschied zu der konventionellen Bodenbearbeitung (Pflügen der Ackerfläche) erheblich die Erosionsgefährdung und verbessert die Regenverdaulichkeit des Ackerbodens. Ziel ist es, eine flachgründige, nicht den Boden wendende Bodenbearbeitung durchzuführen, die möglichst viele Erntereste (Stroh) der

Vorfrucht oder Zwischenfrucht an der Bodenoberfläche belässt.

Beim Direktsaatverfahren wird gänzlich auf eine Bodenbearbeitung verzichtet. Dadurch findet kaum noch Erosion auf der Ackerfläche statt.

Mulchbedeckung: Bedeckung der Bodenoberfläche durch abgestorbene Pflanzenbestandteile. Der Mulchbedeckungsgrad gibt den Anteil der bedeckten Bodenoberfläche in % an.

Oberflächenabfluss: Wasser das an der Geländeoberfläche abfließt.

off-site und on-site Schaden: Schäden durch Bodenerosion, die auf der Erosionsfläche (Bodenabtragsfläche) – im Regelfall auf der Ackerfläche – liegen, werden als on-site Schäden bezeichnet. Off-site Schäden treten außerhalb der verursachenden Erosionsfläche auf und stellen Beeinträchtigungen auf Grund von Bodenablagerungen und deren Folgewirkungen dar.

Starkregen: Nach dem Deutsche Wetterdienst liegt ein Starkregen vor, wenn der Niederschlag in einer bestimmten Zeit eine bestimmte Menge überschreitet:

> 5 mm/5 min. oder > 7,1 mm/10 min. oder > 10 mm/20 min. oder > 17,1 mm/60 min. Nach der ABAG spricht man von »erosionswirksamen Niederschlägen« ab einer Niederschlagsintensität von > 5 mm/30 min.

Verschlämmung: Der Aufprall von Regentropfen auf die Bodenoberfläche zerteilt Bodenaggregate in ihre Einzelteile (Kornpartikel) und spült sie in die Grobporen des Bodens, wodurch diese verstopfen. Dadurch kann weniger Regen in den Boden infiltrieren. Oberflächenabfluss und Bodenerosion nehmen durch den Verschlämmungsprozess zu.

Wild abfließendes Wasser: Wild abfließendes Wasser nach § 2 Abs. 2 SächsWG ist das auf einem Grundstück entspringende oder sich natürlich sammelnde Wasser, das außerhalb eines Bettes dem natürlichen Gefälle folgend abfließt. Hinweise zum Umgang mit wild abfließendem Wasser siehe SMUL, (12/2012) <http://www.medienservice.sachsen.de/medien/assets/download/97044>

Literaturangaben/Quellenverzeichnis

- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2012): Arbeitshilfe zur Umsetzung des Bodenschutzrechtes hinsichtlich Gefahrenabwehr bei Bodenerosion. Freising. Augsburg.
- BBodSchG (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten – Bundes-Bodenschutzgesetz, zuletzt geändert durch Art. 3 G v. 9.12.2004 I 3214.
- BBodSchV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung, zuletzt geändert durch Art. 16 G v. 31.07.2009 I 2585.
- BILLEN, N.; ARMAN, B.; HÄRING, G. (2005): Der heimliche Verlust der Bodenfruchtbarkeit durch Wassererosion. Pflanzenbaulich-standortkundliche und betriebswirtschaftliche Bewertung von Bodenerosion mit Maßnahmen zu deren Vermeidung für Landwirte und Berater. Landesanstalt für Pflanzenbau Baden-Württemberg LAP (Hrsg.), Arbeitshilfe für die umweltverträgliche Landbewirtschaftung, Nr. 1.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2002): Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion. Bonn.
- AID Infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e.V. (Hrsg.) (2013): Gute fachliche Praxis – Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz. Bonn.
- BUNDESVERBAND BODEN e.V. BVB (2004): Handlungsempfehlungen zur Gefahrenabwehr bei Bodenerosion. BVB-Merkblatt 1. Bundesverband Boden e.V. (Hrsg.). St. Augustin, Berlin.
- DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG e.V. DIN 19708 (2005): Bodenbeschaffenheit – Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG. Berlin.
- DIREKTZAHLVERPFLV (2009): Zweite Verordnung zur Änderung der Direktzahlungen-Verschuldungsverordnung vom 19.02.2009. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009 Teil I Nr. 10, ausgegeben zu Bonn am 27. Februar 2009
- DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU e.V. DVWK (1996): Bodenerosion durch Wasser – Kartieranleitung zur Erfassung aktueller Erosionsformen. DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft Heft 239. Bonn
- DEUTSCHER WETTERDIENST DWD (2005): KOSTRA-DWD 2000 – Starkniederschlagshöhen von Deutschland. Deutscher Wetterdienst. Offenbach
- ELHAUS, D.; HILLER, D. (2007): Berechnung R-Faktoren – Ableitung der Regenerosivität (R-Faktor) für Sachsen auf der Grundlage von Daten des Deutschen Wetterdienstes. Erstellt im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie. Krefeld (Geologischer Dienst NRW) und Hofstetten (Büro für Bodenschutzplanung) unveröffentlichter Bericht.
- HILLER, D. (2007): Regionalisierung Erosionsgefährdung – Ableitung von C-Faktoren für Fruchtfolgen. Erstellt im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie. Hofstetten (Büro für Bodenschutzplanung) unveröffentlichter Bericht.
- KÖTHE, R.; BOCK, K.; VOGEL, E. (2005): Expertise, Forschungsvorhaben »Digitale Reliefanalyse Sachsen«: FuE-Vorhaben erstellt im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie. Göttingen (scilands GmbH).
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg LUBW (Hrsg.) (2011): Merkblatt Gefahrenabwehr bei Bodenerosion. Bruchsaal.
- SÄCHSABG (1999): Sächsisches Abfallwirtschafts- und Bodenschutzgesetz, rechtsbereinigt mit Stand vom 1. Januar 2011.
- SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE (2013): ENaWiL – Entscheidungshilfe zu stofflichen und physikalischen Vorsorgemaßnahmen zum Natur- und Wasserschutz in der Landwirtschaft. <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/5870.htm> (13.11.2013)
- SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (12/2012): Wild abfließendes Wasser – <http://www.medienservice.sachsen.de/medien/assets/download/97044> (27.06.2013)
- SÄCHSWG (2013): Sächsisches Wassergesetz, SächsGVBl. Jg. 2013 Bl.-Nr. 10 S. 503
- SCHINDEWOLF, M.; SCHMIDT, W. (2010): Flächendeckende Abbildung der Bodenerosion durch Wasser für Sachsen unter Anwendung des Modells Erosion-3D. LfULG-Schriftenreihe Heft 9/2010
- SCHMIDT, J.; VON WERNER, M.; MICHAEL, A. (1996): EROSION-2D/3D: Ein Computermodell zu Simulation der Bodenerosion durch Wasser. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft/Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie. Dresden/Freiberg.
- SCHWERTMANN, U.; VOGEL, W.; KAINZ, M. (1990): Bodenerosion durch Wasser. Vorhersage des Abtrages und Bewertung von Gegenmaßnahmen. 2. Auflage. Stuttgart.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. PHOTO GALLERY MISSOURI. Anhang 12 Bodenbedeckung Bild 1–4 www.mo.nrcs.usda.gov/news/MOphotogallery/conservation_tillage.html (08.10.2012)
- WINNIGE, B.; CORZELIUS, U.; FREILINGHAUS, M. (1998): Indikation der aktuellen Erosionsgefährdung mit Hilfe der Bodenbedeckung. In: Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 88, 569 – 572.
- VON WERNER, M. (2007): Erosion-3D Ver. 3.15 – Benutzerhandbuch. GeoGnostics Software. Berlin.
- WURBS, D.; MÖLLER, M.; KOSCHITZKI, T. (2008): Erosionsschutz in reliefbedingten Abflussbahnen – Ableitung und räumliche Abgrenzung von besonders erosionswirksamen Abflussbahnen. FuE-Vorhaben erstellt im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie. Halle (geoflux GbR).

**Herausgeber:**

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: + 49 351 2612-0
Telefax: + 49 351 2612-1099
E-Mail: Ifulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/Ifulg

Redaktion:

Dr. Arnd Bräunig
Abteilung Wasser, Boden, Wertstoffe/Referat Boden, Altlasten
Telefon: + 49 3731 294-2803
Telefax: + 49 3731 294-2099
E-Mail: arnd.braeunig@smul.sachsen.de

Fotos:

LfULG
und Seite 23, Bild 1 – 4 United States Department of Agriculture 2012

Gestaltung und Satz:

Sandstein Kommunikation GmbH

Druck:

Lausitzer Druckhaus GmbH

Redaktionsschluss:

08.11.2013

Auflage:

500 Exemplare

Papier:

gedruckt auf 100 % Recycling-Papier

Bezug:

Diese Druckschrift kann
kostenfrei bezogen werden bei:
Zentraler Broschürenversand
der Sächsischen Staatsregierung
Hammerweg 30, 01127 Dresden
Telefon: + 49 351 2103-672
Telefax: + 49 351 2103-681
E-Mail: publikationen@sachsen.de
www.publikationen.sachsen.de

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.